

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-161096

(43)Date of publication of application : 20.06.1997

(51)Int.Cl.

G06T 17/00

G06T 15/00

(21)Application number : 07-317780

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 06.12.1995

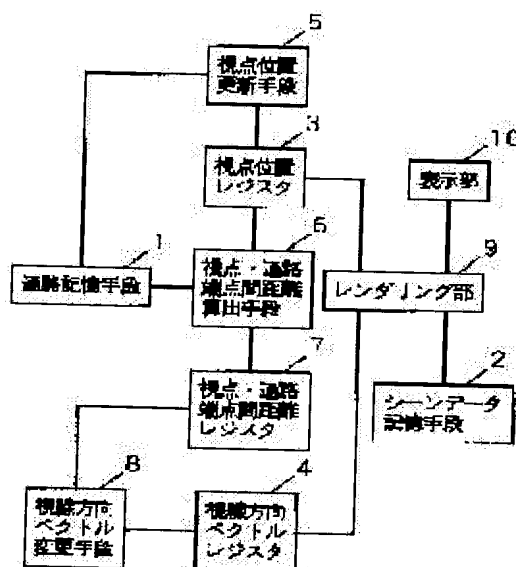
(72)Inventor : WATANABE SHIGEAKI  
MIMURA YOSHISUKE  
SHIMIZU SHUICHI

## (54) THREE-DIMENSIONAL PICTURE DISPLAY CONTROLLER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a three-dimensional picture display controller giving the same visual effect as travelling in the real world by automatically and properly varying the direction of one's eye while one's view point is traveling on a linear path.

SOLUTION: A scene data storage means 2 stores a three-dimensional object arranged to the scene. The position of a view point update means 5 moves the view point along the path stored in a path storage means 1. An eye direction vector update means 8 gradually rotates the direction of the eye as the direction between the view point and the end point of the path is reduced. A rendering part 9 displays a CG (computer graphic) picture in a three-dimensional space obtained by looking at the direction of the eye from the view point. The relation between the path and the positional relation of the three-dimensional object is limited and the direction of the eye is controlled while the view point is traveling on the linear path to attain picture display like really walking on a path object.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-161096

(43)公開日 平成9年(1997)6月20日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>G 0 6 T 17/00  
15/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/62

技術表示箇所

3 5 0 A  
3 6 0

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 20 頁)

(21)出願番号 特願平7-317780

(22)出願日 平成7年(1995)12月6日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 渡邊 茂晃

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 三村 義祐

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 清水 秀一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

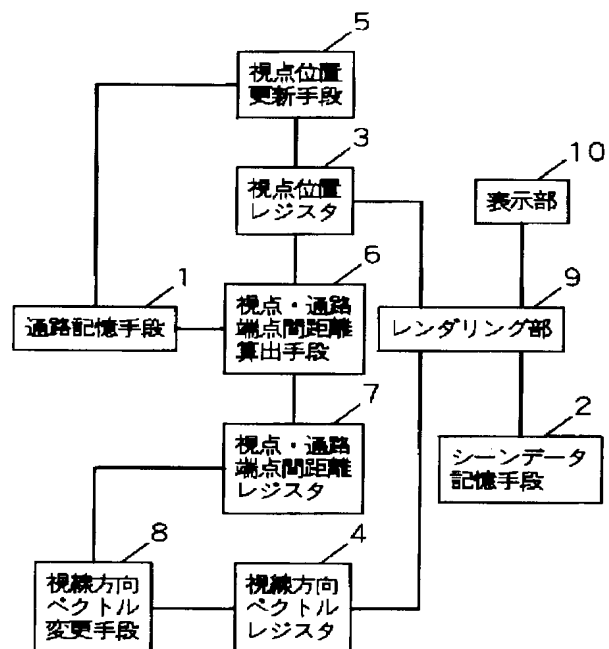
(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54)【発明の名称】 3次元画像表示制御装置

(57)【要約】

【課題】 視点が直線通路上を移動中に視線の方向を自動的に適切に変化させることで、現実世界を移動しているのと同じ視覚的效果を与える3次元画像表示制御装置を提供する。

【解決手段】 シーンデータ記憶手段2は、シーンに配置された3次元オブジェクトを記憶する。視点位置更新手段5は、通路記憶手段1に記憶されている通路に沿って視点を移動させる。視線方向ベクトル更新手段8は、視点と通路端点間の距離が短くなるにつれて、視線方向を徐々に回転させる。レンダリング部9は視点位置から視線方向を眺めた3次元空間のCG画像を表示する。本発明によれば通路と3次元オブジェクトの位置関係を制限し、かつ視点が直線通路上を移動中に視線方向を制御することで、障害物を避けつつ、通路オブジェクト上を現実には歩いているかのような画像表示ができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】3次元空間内に配置された視点が移動するための通路を記憶する通路記憶手段と、前記3次元空間内に配置した3次元オブジェクトのデータを記憶するシーンデータ記憶手段と、前記視点の現在位置座標を記憶する視点位置レジスタと、現在の視線方向を記憶する視線方向ベクトルレジスタと、前記視点が前記通路記憶手段に記憶されている通路を移動するように前記視点位置レジスタの内容を更新する視点位置更新手段と、前記視点位置レジスタに記憶された視点の現在位置と、現在視点が存在する通路の端点のうち視点が向かう側の端点との間の距離を算出する視点・通路端点間距離算出手段と、前記視点・通路端点間距離算出手段が算出した距離値を記憶する視点・通路端点間距離レジスタと、前記視点・通路端点間距離レジスタの距離値が予め定められた第1の閾値以下である場合には、視点が前記端点に至った時点で、視線回転前に比べて、視点が存在する通路と次に視点が移動する通路のなす角度だけ視線方向が回転しているように、視点・通路端点間距離が小さくなるにつれて視線方向を徐々に回転させて前記視線方向ベクトルレジスタを更新する第1の視線方向更新手段と、現在の視点位置から視線方向を見たときの画像を表示装置に描画するレンダリング部とを備えたことを特徴とする3次元画像表示制御装置。

【請求項2】前記第1の視線方向更新手段を、前記視点・通路端点間距離レジスタの距離値が予め定められた第2の閾値以上である場合には距離値が閾値以下になった時点で、視線回転前に比べて、現在視点が存在する通路と以前視点が存在した通路のなす角度だけ視線方向が回転しているように、視点・通路端点間距離が小さくなるにつれて視線方向を徐々に回転させて前記視線方向ベクトルレジスタを更新する第2の視線方向更新手段に置き換えて構成したことを特徴とする請求項1記載の3次元画像表示制御装置。

【請求項3】3次元空間内に配置された視点が移動するための通路を記憶する通路記憶手段と、前記3次元空間内に配置した3次元オブジェクトのデータを記憶するシーンデータ記憶手段と、前記視点の現在位置座標を記憶する視点位置レジスタと、現在の視線方向を記憶する視線方向ベクトルレジスタと、前記視点が前記通路記憶手段に記憶されている通路を移動するように前記視点位置レジスタの内容を更新する視点位置更新手段と、

前記視点位置レジスタに記憶された視点の現在位置と、現在視点が存在する通路の端点のうち視点が向かう側の端点との間の距離を算出する視点・通路端点間距離算出手段と、

前記視点・通路端点間距離算出手段が算出した距離値を記憶する視点・通路端点間距離レジスタと、

前記視点・通路端点間距離レジスタの距離値が予め定められた第1の閾値以下である場合には、視点が前記端点に至った時点で、視線回転前に比べて、視点が存在する通路と次に視点が移動する通路のなす角度だけ視線方向が回転しているように、視点・通路端点間距離が小さくなるにつれて視線方向を徐々に回転させて前記視線方向ベクトルレジスタを更新する第1の視線方向更新手段と、

前記視点・通路端点間距離レジスタの距離値が予め定められた第2の閾値以上である場合には距離値が閾値以下になった時点で、視線回転前に比べて、現在視点が存在する通路と以前視点が存在した通路のなす角度だけ視線方向が回転しているように、視点・通路端点間距離が小さくなるにつれて視線方向を徐々に回転させて前記視線方向ベクトルレジスタを更新する第2の視線方向更新手段と、視線方向を変更するために前記第1の視線方向更新手段と前記第2の視線方向更新手段のいずれの視線方向更新手段を用いるか選択する視線方向更新手段選択手段と、現在の視点位置から視線方向を見たときの画像を表示装置に描画するレンダリング部とを備えたことを特徴とする3次元画像表示制御装置。

【請求項4】前記視点の移動方向を記憶する視点移動方向レジスタと、

前記視点移動方向レジスタの値を更新する視点移動方向更新手段とを備え、

前記視点位置更新手段は、前記視点が前記通路記憶手段に記憶されている通路を前記視点移動方向レジスタが記憶している方向に移動するように前記視点位置レジスタの内容を更新することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の3次元画像表示制御装置。

【請求項5】前記通路記憶手段は、3次元空間内の視点が移動するための、任意の2点間を結ぶ線分で構成された通路を記憶することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の3次元画像表示制御装置。

【請求項6】前記シーンデータ記憶手段は、通路と一定の関係を保って配置されている通路オブジェクトのデータ、及び／又は前記3次元空間内に配置した3次元オブジェクトのデータを記憶することを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の3次元画像表示制御装置。

【請求項7】前記通路記憶手段に記憶されている通路と一定の関係を保つように通路オブジェクトを生成する通路オブジェクト生成手段を備え、

前記シーンデータ記憶手段は前記通路オブジェクト生成

手段が生成したオブジェクトのデータ、及び／又は前記 3次元空間内に配置した3次元オブジェクトのデータを記憶することを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の3次元画像表示制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、視点データの変更を行うことが可能な3次元画像表示制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、コンピュータ・グラフィックス（CG）技術の向上に伴い、3次元空間内の移動をリアルタイム3次元CGで表現する試みが盛んに行われている。

【0003】この種の試みでは、CGによる仮想的な建物や背景などの3次元オブジェクトを3次元空間内に配置し、その中を動き回った様々な視点から眺めた画像を表示する。

【0004】このような3次元空間内を現実世界におけるように移動したい場合、視点が制限なく自由に動けると、障害物を避けたり適切な通路を移動することに多大な注意を払わねばならず、更にこのことは容易ではない。そのため視点の移動時に払う注意を緩和するための方法が考えられている。

【0005】そのうちの一つに、3次元空間内にあらかじめ設定した通路に沿って視点を移動させる方法がある。この場合、従来技術では、ユーザからの特別な指示がない限り視線方向を移動方向に対して固定していた。具体的には、視線方向は常に移動方向と等しくして、視点の移動は前進あるいは後退のみに限定する。そのため以下の問題が生ずる。

（1）通路を直線で構成した場合には、曲がり角や交差点での視線方向変更をある点を中心とした視線の回転で実現する。これは人あるいは車などの乗り物が曲がり角などで方向転換する時の通常の視線制御動作とは著しく異なるため、ユーザに不自然さや違和感を与える。またカーブした道などは表現できない。

（2）通路を曲線で構成する、あるいは極端に短い直線をつなげて曲線に近づけることで、上記（1）の問題は改善される。しかし通路の記憶に多くの容量が必要になったり、また記憶容量を削減するため曲線をスプラインやベジエなどの関数で記述した場合には、曲線形状の算出に要する計算量が増加するという問題がある。

【0006】上記問題を解決しようとした従来技術として、レール上を走る鉄道に乗って車窓から眺めた風景を3次元CGで表示するゲームがある。これには、レールの形状をした3次元オブジェクトを基に直線で構成した移動通路を自動的に生成し、その通路上を移動する視点から見た風景を表示するという技術を用いている。さらに視点が直線通路を移動中に、次に視点が移動する通路の方向に視線を徐々に回転させることによって、鉄道が

レールに沿って曲線軌跡を描いて曲る様子を表現している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記技術においては、最初に利用者にレールの3次元オブジェクトのみを配置させてから、それにできる限り沿うように視点の通路を自動的に生成している。

【0008】ところが、生成される通路が画面上に表示されるレールオブジェクトに完全に沿っておらず、レールとかけ離れた位置を視点が通過する場合がある。また障害物をレールオブジェクトの近辺に配置した場合には視点がこれを突き抜けて移動する可能性があるため、レールからある程度の距離をおいた地点にしかレール以外の3次元オブジェクトを配置できない。

【0009】このような問題は、利用者に不自然な感覚を与えたり、3次元空間内の移動の現実味を損う恐れがある。

【0010】本発明は上記の全ての問題に鑑み、視点が表示されている通路オブジェクトを離れたり、障害物を突き抜けてたりすることのないようにしつつ、視点が直線通路上を移動中に視線の方向を自動的に適切に変化させることで曲線経路を移動しているかのような視覚的效果を出し、現実世界で移動したに近い感覚を与える3次元画像表示制御装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1の3次元画像表示制御装置は、3次元空間内に配置された視点が移動するための通路を記憶する通路記憶手段と、前記3次元空間内に配置した3次元オブジェクトのデータを記憶するシーンデータ記憶手段と、前記視点の現在位置座標を記憶する視点位置レジスタと、現在の視線方向を記憶する視線方向ベクトルレジスタと、前記視点が前記通路記憶手段に記憶されている通路を移動するように前記視点位置レジスタの内容を更新する視点位置更新手段と、前記視点位置レジスタに記憶された視点の現在位置と、現在視点が存在する通路の端点のうち視点が向かう側の端点との間の距離を算出する視点・通路端点間距離算出手段と、前記視点・通路端点間距離算出手段が算出した距離値を記憶する視点・通路端点間距離レジスタと、前記視点・通路端点間距離レジスタの距離値が予め定められた第1の閾値以下である場合には、視点が前記端点に至った時点で、視線回転前に比べて、視点が存在する通路と次に視点が移動する通路のなす角度だけ視線方向が回転しているように、視点・通路端点間距離が小さくなるにつれて視線方向を徐々に回転させて前記視線方向ベクトルレジスタを更新する第1の視線方向更新手段と、現在の視点位置から視線方向を見たときの画像を表示装置に描画するレンダリング部とを備えたことを特徴とする。

【0012】請求項2の3次元画像表示制御装置は、前

記第1の視線方向更新手段を、前記視点・通路端点間距離レジスタの距離値が予め定められた第2の閾値以上である場合には距離値が閾値以下になった時点で、視線回転前に比べて、現在視点が存在する通路と以前視点が存在した通路のなす角度だけ視線方向が回転しているように、視点・通路端点間距離が小さくなるにつれて視線方向を徐々に回転させて前記視線方向ベクトルレジスタを更新する第2の視線方向更新手段に置き換えて構成したことを特徴とする。

【0013】請求項3の3次元画像表示制御装置は、視線方向を変更するために前記第1の視線方向更新手段と前記第2の視線方向更新手段のいずれの視線方向更新手段を用いるか選択する視線方向更新手段選択手段を備えたことを特徴とする。

【0014】請求項4の3次元画像表示制御装置は、前記視点の移動方向を記憶する視点移動方向レジスタと、前記視点移動方向レジスタの値を更新する視点移動方向更新手段とを備え、前記視点位置更新手段は、前記視点が前記通路記憶手段に記憶されている通路を前記視点移動方向レジスタが記憶している方向に移動するように前記視点位置レジスタの内容を更新することを特徴とする。

【0015】請求項5の3次元画像表示制御装置は、前記通路記憶手段は、3次元空間内の視点が移動するための、任意の2点間を結ぶ線分で構成された通路を記憶することを特徴とする。

【0016】請求項6の3次元画像表示制御装置は、前記シーンデータ記憶手段は、通路と一定の関係を保って配置されている通路オブジェクトのデータ、及び／又は前記3次元空間内に配置した3次元オブジェクトのデータを記憶することを特徴とする。

【0017】請求項7の3次元画像表示制御装置は、前記通路記憶手段に記憶されている通路と一定の関係を保つように通路オブジェクトを生成する通路オブジェクト生成手段を備え、前記シーンデータ記憶手段は前記通路オブジェクト生成手段が生成したオブジェクトのデータ、及び／又は前記3次元空間内に配置した3次元オブジェクトのデータを記憶することを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】請求項1の3次元画像表示制御装置によれば、通路記憶手段は、3次元空間内に配置された視点が移動するための通路を記憶する。シーンデータ記憶手段は、前記3次元空間内に配置した3次元オブジェクトのデータを記憶する。視点位置レジスタは前記視点の現在位置座標を記憶する。視線方向ベクトルレジスタは現在の視線方向を記憶する。視点位置更新手段は、前記視点が前記通路記憶手段に記憶されている通路を移動するように前記視点位置レジスタの内容を更新する。視点・通路端点間距離算出手段は、前記視点位置レジスタに記憶された視点の現在位置と、現在視点が存在する

通路の端点のうち視点が向かう側の端点との間の距離を算出する。視点・通路端点間距離レジスタは前記視点・通路端点間距離算出手段が算出した距離値を記憶する。第1の視線方向更新手段は、前記視点・通路端点間距離レジスタの距離値が予め定められた第1の閾値以下である場合には、視点が前記端点に至った時点で、視線回転前に比べて、視点が存在する通路と次に視点が移動する通路のなす角度だけ視線方向が回転しているように、視点・通路端点間距離が小さくなるにつれて視線方向を徐々に回転させて前記視線方向ベクトルレジスタを更新する。レンダリング部は、現在の視点位置から視線方向を見たときの画像を表示装置に描画する。

【0019】請求項2の3次元画像表示制御装置によれば、第2の視線方向更新手段は、前記第1の視線方向更新手段を、前記視点・通路端点間距離レジスタの距離値が予め定められた第2の閾値以上である場合には距離値が閾値以下になった時点で、視線回転前に比べて、現在視点が存在する通路と以前視点が存在した通路のなす角度だけ視線方向が回転しているように、視点・通路端点間距離が小さくなるにつれて視線方向を徐々に回転させて前記視線方向ベクトルレジスタを更新する。

【0020】請求項3の3次元画像表示制御装置は、前記第1の視線方向更新手段と、前記第2の視線方向更新手段とを共に備える。視線方向更新手段選択手段は、視線方向を変更するために前記第1の視線方向更新手段と前記第2の視線方向更新手段のいずれの視線方向更新手段を用いるか選択する。

【0021】請求項4の3次元画像表示制御装置によれば、視点移動方向レジスタは前記視点の移動方向を記憶する。視点移動方向更新手段は前記視点移動方向レジスタの値を更新する。前記視点位置更新手段は、前記視点が前記通路記憶手段に記憶されている通路を前記視点移動方向レジスタが記憶している方向に移動するように前記視点位置レジスタの内容を更新する。

【0022】請求項5の3次元画像表示制御装置によれば、前記通路記憶手段は、3次元空間内の視点が移動するための、任意の2点間を結ぶ線分で構成された通路を記憶する。

【0023】請求項6の3次元画像表示制御装置によれば、前記シーンデータ記憶手段は、通路と一定の関係を保って配置されている通路オブジェクトも記憶する。

【0024】請求項7の3次元画像表示制御装置によれば、通路オブジェクト生成手段は、前記通路記憶手段に記憶されている通路と一定の関係を保つように通路オブジェクトを生成する。前記シーンデータ記憶手段は前記通路オブジェクト生成手段が生成したオブジェクトも記憶する。

【0025】以下、本発明の実施の形態について図を用いて詳細に説明する。図1は本発明の実施の形態1による3次元画像表示制御装置の構成を示すブロック図であ

り、この3次元画像表示制御装置は通路記憶手段1と、シーンデータ記憶手段2と、視点位置レジスタ3と、視線方向ベクトルレジスタ4と、視点位置更新手段5と、視点・通路端点間距離算出手段6と、視点・通路端点間距離レジスタ7と、視線方向ベクトル更新手段8と、レンダリング部9と、表示部10とを備えている。

【0026】通路記憶手段1は、3次元空間内の任意の2点を結ぶ線分で構成された視点の通路を、その2つの端点座標の組み合わせで記憶する。通路は視点が存在可能な領域である。また利用者は、図1に示されていない外部の情報処理装置で、通路を任意の位置及び方向に配置できる。これには従来よりよく知られている、3次元のモデリングツールや2次元のグラフィックスツールでの直線オブジェクトの生成と同様の方法で行う。

【0027】図2は実施の形態1で用いる座標データフォーマットの概念図である。3次元空間にX軸、Y軸、Z軸から成る直交座標系を定義し、座標値は(x、y、z)の3つの座標軸の値の組で表現する。

【0028】図3は実施の形態で用いる通路の一例である。図3(a)は3次元空間内に配置された通路の配置図であり、実線で引かれた線分が通路線分を表わす。また同図(b)は通路記憶手段1に記憶される通路のデータフォーマットの概念を示すもので、(a)の通路を記憶する場合の記憶すべき端点座標値の組と通路識別のためのIDである。各通路の端点1はその他のいずれかの通路の端点2と共通であり、各通路が連続して結合されている。

【0029】シーンデータ記憶手段2は、前記3次元空間内に配置すべき物体を3次元オブジェクトの形状データとして記憶する。ここに記憶する3次元オブジェクトには通路オブジェクトとそれ以外の通常オブジェクトの2種類あり、それぞれ通路の配置に基づいて配置される。

【0030】通路オブジェクトとは通路記憶手段1に記憶された通路に対応するオブジェクトであり、表示画面上で利用者が通路として認識できる物体として表示されるものであれば何でもよい。例えば道路や鉄道レール、つり橋などでも構わないし、庭の飛び石のように不連続な形状をしていてもよい。あるいはトンネルのように、視点が内部を通過するようなものでもよい。ただし、この通路オブジェクトは、通路と一定の関係を保つように形状と位置が制限される。これにより視点が表示画面上の通路オブジェクトからかけ離れた場所を通過することはない。

【0031】一方、通常オブジェクトは任意の3次元オブジェクトでよく、これらは3次元空間内に任意に配置される。これらのオブジェクトは外部の3次元モデリングツールなどを使って作成できる。

【0032】図4は3次元空間内に配置される3次元オブジェクトの一例である。図4(a)は3次元空間の上

面図であり、オブジェクトと共に通路記憶手段1に記憶されている通路も表示している。通路オブジェクトと通常オブジェクトは上記の制限を満たして配置されている。また同図(b)は(a)に示した3次元空間の鳥瞰図のイメージである。また同図(c)はシーンデータ記憶手段2に記憶されるオブジェクトのデータフォーマットの概念である。実際にはオブジェクトの記憶は一般的な3次元オブジェクトの記録方式に基づいてポリゴンの頂点座標やテクスチャの種類などで記述されるが、本発明の本質的な部分ではないので簡略な表現を用いた。また、オブジェクト識別IDは説明の便宜上定義したもので、実際には必ずしも必要な情報ではない。

【0033】視点位置レジスタ3は3次元空間内での現在の視点位置を、視点の座標値と視点が現在位置している通路IDを記憶する。視点の座標値としては通路やオブジェクトと同様に、図2の座標値フォーマットで(x、y、z)の各座標軸値を記憶する。

【0034】視線方向ベクトルレジスタ4は現在の視線方向を記憶する。この視線方向はベクトル値で記憶され、X軸を中心とした時計回りの回転角 $r_x$ と、Y軸を中心とした時計回りの回転角 $r_y$ の組( $r_x$ 、 $r_y$ )で表わされる。但し、( $r_x$ 、 $r_y$ ) = ( $0^\circ$ 、 $0^\circ$ )はZ軸の正の向きを指す。

【0035】視点位置更新手段5は、視点を通路記憶手段1に記憶されている通路に沿って、常に通路の端点1から端点2に向かう方向へ移動させ、視点位置レジスタ3の値を更新する。すなわち視点が存在する通路の両端点の座標値とから視点の移動ベクトルを算出し、これと視点位置レジスタ3の示す視点座標値と加算演算することで得た移動後の視点座標で視点位置レジスタ3を更新する。視点の移動速度は算出した移動ベクトルに適切な値 $\gamma$ を乗ずることで調節できる。また、移動した結果、視点が現在の通路の端点に至るか、あるいは端点を通り越した場合には、その端点につながる次の通路端点に視点を移動させ、視点位置レジスタ3の通路IDも同時に更新する。

【0036】視点・通路端点間距離算出手段6は視点位置レジスタ3に記憶された視点の現在位置と、現在視点が移動している通路の端点のうち視点が向かっている方向側の端点との間の距離(これを視点・通路端点間距離 $\alpha$ とする)を算出し、その値で視点・通路端点間距離レジスタ7を更新する。距離の算出にはユークリッド距離を用いる。

【0037】視点・通路端点間距離レジスタ7には、現在の視点・通路端点間距離 $\alpha$ が記憶される。

【0038】視線方向ベクトル更新手段8は視線方向を回転制御する部分である。視点・通路端点間距離レジスタ7の距離値が予め定められた閾値 $\beta$ よりも小さい場合には、視点・通路端点間距離 $\alpha$ が小さくなるにつれて視線方向が徐々に回転するように視線方向ベクトルレジ

タ4を更新する。但しこの視線回転は、視点が通路端点に至った時点で、視線回転前すなわち $\alpha$ が $\beta$ よりも大きい時の視線方向に比べて、視点が存在する通路（これを基準通路1とする）と次に視点が移動する通路（これを基準通路2とする）のなす角度 $\theta$ だけ視線方向が回転しているように行う。

【0039】図5は角度 $\theta$ のとり方及び視線方向の回転の方向を示すもので、図3(a)中の通路11を基準通路1に、通路12を基準通路2としている。すなわち、視点が通路11を端点1から端点2に向かって移動して

おり、次に通路12に移動する場合の角度 $\theta$ のとり方を示している。

【0040】2本の基準通路1、2のなす角度 $\theta$ は、基準通路1の端点のうち視点が現在存在しない側の端点と、基準通路2の端点のうち視点が現在存在する側の端点を揃えて、基準通路1を基準 $0^\circ$ にして計ったときの、絶対値の小さい方をとる。また視線を徐々に回転させる場合には、角度 $\theta$ をとった側に回転させる。

【0041】視点・通路端点間距離 $\alpha$ が小さくなる毎に、回転前の視線方向よりも $(\theta \cdot (\beta - \alpha) / \beta)$ だけ回転しているように視線方向を回転させることで、所望の結果が得られる。

【0042】レンダリング部9は上記の如く定められた視点位置から視線方向に3次元空間を眺めた時に得られるCG画像を生成し、表示部10に表示する。レンダリング部9には高速グラフィックス表示ハードウェア及びその制御用ソフトウェア／ハードウェアを用いる。

【0043】表示部10は生成された画像を表示するための装置で、例えばCRTや液晶パネルである。

【0044】次に上記のように構成された実施の形態1の視点移動及び視線方向回転動作を、フローチャート及び図を用いて説明する。

【0045】実施の形態1の動作を説明するための3次元空間の構成は図3及び図4に示したものとす。すなわち、通路記憶手段1及びシーンデータ記憶手段2には、図3及び図4に示した通路及びオブジェクトデータが記憶されている。また視点位置レジスタ3の初期値は $(x, y, z) = (10, 5, 0)$ 、通路ID=11とし、視線方向ベクトルレジスタ4の初期値は $(r_x, r_y) = (0^\circ, 0^\circ)$ とする。すなわち視点は通路11の端点1に位置し、視線はZ軸方向を向いている。この初期値では視線が進行方向を向いていることから、視点がいわゆる前進をすることを表わしている。また移動速度の調節のために移動ベクトルに乗ずる乗数は $\gamma = 1/6$ とし、視点・通路端点間距離の閾値は $\beta = 20$ とする。

【0046】図6は実施の形態1での時々刻々の視点位置及び視線方向を表わすものであり、視点41、視線51が上記の初期値をとった時の状態である。図8(a)は、この初期状態の視点位置から視線方向に3次元空間

を見たときの画面イメージであり、レンダリング部9で生成される画像の一例である。

【0047】図7は実施の形態1による視点制御動作を示すフローチャートである。まずステップ101では、端点1から端点2に向かって視点位置を移動させ、視点位置記憶レジスタを更新する。速度調節用の乗数は $\gamma = 1/6$ であるから、視点の移動ベクトルは $1/6 \cdot ((10, 5, 30) - (10, 5, 0)) = (0, 0, 5)$ となる。この移動ベクトルを現在の視点位置に加算して視点位置を $(10, 5, 5)$ とし、この値で視点位置記憶レジスタを更新する。

【0048】ステップ102では、現在の視点位置と、視点が向かって移動する側の端点である端点2との間の距離 $\alpha$ を算出し、視点・通路端点間距離レジスタ7を更新する。現在の視点位置は $(10, 5, 5)$ 、通路11の端点2の座標は $(10, 5, 30)$ であるから、視点・通路端点間距離レジスタ7の値は $\alpha = 25$ となる。

【0049】ステップ103では、視点・通路端点間距離 $\alpha$ の値と閾値 $\beta$ を比較する。 $\alpha$ が $\beta$ より小さい場合には、ステップ105に移って視線を回転させる。今 $\beta = 20$ であるから、視線方向はそのままである。

【0050】ステップ104では視点が通路端点2に至っているか判定し、至っていればステップ106で、視点位置レジスタ3の視点が位置する通路IDの値を更新する。今は視点は端点2に至っていないため、通路IDは変更しない。

【0051】その後、ステップ107で現在の視点位置から視線方向を眺めた画像を生成・表示し、制御は再びステップ101に戻る。

【0052】上記ステップ101からステップ104を一巡した結果、視点位置は図6の視点42に、視線方向は視線53に更新された。この時の視点位置から視線方向を見た時の表示画像は図8(b)となる。

【0053】2巡目は1巡目と同様にしてステップ101からステップ104を経て、視点位置は図6の視点43、視線方向は視線53になる。表示画像は図8(c)である。

【0054】3巡目はステップ101で移動した視点位置は図6の視点44となる。この視点位置では、ステップ102で計算される視点・通路端点間距離は $\alpha = 15$ となる。よってステップ103で $\alpha$ が $\beta$ より小さいと判定され、視線方向を回転するためステップ105に移る。

【0055】ステップ105では、前記視線方向ベクトル更新手段8の動作説明に従って回転視線方向を回転させる。通路11と通路12のなす角度 $\theta$ は $90^\circ$ であるから、視線回転前に比べて $90 \cdot (20 - 15) / 20 = 22.5^\circ$ だけ回転させる。回転後の値で視線方向ベクトルレジスタ4は更新される。この時の視線方向は図6の視線54となる。視線回転後ステップ104に制御

10

20

30

40

50

が移るが、視点は端点2に至っていないため再度ステップ101に戻る。3巡目終了時の表示画像は図8(d)である。

【0056】上記の制御を繰り返し、視点と視線の組み合わせは図6の視点45と視線55、視点46と視線56を経て、視点47と視線57となる。それぞれの時点での表示画像は図8(e)から(g)である。視点47は通路11の端点2に至っているため、ステップ106で視点位置レジスタ3の通路1Dの値を通路12に更新する。

【0057】以上実施の形態1によれば、視点の移動は通路上に制限されているため、視点の移動範囲が明確であり、思いも依らない方向へ視点が移動してしまうことがない。また予め配置されている通路と3次元オブジェクトの位置関係が制限されているため、視点が道路などの通路オブジェクトを外れて移動することがなく、また視点が障害物を横切って移動することもない。さらに移動通路が直線で構成されているため、通路を記憶するための記憶領域や、視点移動時の移動軌跡の計算量が、曲線で構成された通路を記憶する場合に比べて少なく済む。

【0058】これに加えて、視点が通路を移動中に視線方向を回転制御することによって、人が実際に歩いて曲がり角を曲がる場合の視線の変化や、車に乗って移動している場合の曲がり角や交差点での視線の変化に近い視線制御を再現できる。

【0059】特に実施の形態1の視線制御方法は、視点の移動方向と視線方向が等しい場合、すなわち視点が前進する場合に有効である。これらの特徴により、利用者はあたかも現実世界で道路上を歩いて、あるいは車に乗って実際に移動しているかのような自然な感覚で、3次元空間内を移動することができる。

【0060】次に実施の形態2について説明する。図9は実施の形態2による3次元画像表示制御装置の構成を示すブロック図であり、この3次元画像表示制御装置は通路記憶手段1と、シーンデータ記憶手段2と、視点位置レジスタ3と、視線方向ベクトルレジスタ4と、視点位置更新手段5と、視点・通路端点間距離算出手段6と、視点・通路端点間距離レジスタ7と、視線方向ベクトル更新手段8と、レンダリング部9と、表示部10とを備えている。

【0061】これらのうち、通路記憶手段1、シーンデータ記憶手段2、視点位置レジスタ3、視線方向ベクトルレジスタ4、視点・通路端点間距離算出手段6、視点・通路端点間距離レジスタ7、レンダリング部9、表示部10については実施の形態1と全く同じものであるため、再度の説明を省略する。

【0062】視点位置更新手段5は基本的には実施の形態1のものと同じ動作を行うが、視点の移動方向は端点2から端点1に向かう方向とする。その他の動作は実施

の形態1のものと同じであるため、説明を省略する。

【0063】視線方向ベクトル更新手段8は、視点・通路端点間距離レジスタ7の距離値が予め定められた閾値 $\beta$ 以上である場合には、視点・通路端点間距離 $\alpha$ が小さくなるにつれて視線方向が徐々に回転するように視線方向ベクトルレジスタ4を更新する。但しこの視線回転は、視点・通路端点間距離 $\alpha$ が閾値 $\beta$ に等しくなった時点で、視線回転前すなわち視点が通路端点に存在した時の視線方向に比べて、視点がそれまで通過していた通路（これを基準通路1とする）と現在視点が移動する通路（これを基準通路2とする）のなす角度 $\theta$ だけ視線方向が回転しているように行う。

【0064】図10は角度 $\theta$ のとり方及び視線方向の回転の方向を示すもので、図3(a)中の通路12を基準通路1に、通路11を基準通路2としている。すなわち、視点が通路12を端点2から端点1に向かって移動し、次に通路11に移動する場合の角度 $\theta$ のとり方を示している。2本の基準通路1、2のなす角度 $\theta$ は、基準通路1の端点のうち視点が現在存在しない側の端点と、基準通路2の端点のうち視点が現在存在する側の端点を揃えて、基準通路1を基準 $0^\circ$ にして計ったときの、絶対値の小さい方をとる。また視線を徐々に回転させる場合には、角度 $\theta$ をとった側に回転させる。

【0065】視点が位置する通路の長さを $L$ として、視点・通路端点間距離 $\alpha$ が小さくなる毎に、回転前の視線方向よりも $(\theta \cdot (L - \alpha) / (L - \beta))$ だけ回転しているように視線方向を回転させることで、所望の結果が得られる。

【0066】次に上記のように構成された実施の形態2の視点移動及び視線方向回転動作を、フローチャート及び図を用いて説明する。

【0067】実施の形態2の動作を説明するための3次元空間の構成は図3及び図4に示したものとす。すなわち、通路記憶手段1及びシーンデータ記憶手段2には、図3及び図4に示した通路及びオブジェクトデータが記憶されている。また視点位置レジスタ3の初期値は $(x, y, z) = (10, 5, 30)$ 、通路1D=11とし、視線方向ベクトルレジスタ4の初期値は $(r_x, r_y) = (0^\circ, 90^\circ)$ とする。すなわち視点は通路12を端点2から端点1に向かって移動した後、通路11に移動してその端点2に位置した直後であり、視線はX軸方向を向いているとする。この初期値では視線が進行方向の逆を向いていることから、視点が通路12に沿って、いわゆる後進をしてきたことを表わしている。また移動速度の調節のために移動ベクトルに乗ずる乗数は $y = 1/6$ とし、視点・通路端点間距離の閾値は $\beta = 10$ とする。

【0068】図11は実施の形態2での時々刻々の視点位置及び視線方向を表わすものであり、視点61、視点71が上記の初期値をとった時の状態である。図12



(a) は、この初期状態のの視点位置から視線方向に3次元空間を見たときの画面イメージであり、レンダリング部9で生成される画像の一例である。

【0069】図13は実施の形態2による視点制御動作を示すフローチャートである。まずステップ201では、端点2から端点1に向かって視点位置を移動させ、視点位置記憶レジスタを更新する。速度調節用の乗数は $\gamma = 1/6$ であるから、視点の移動ベクトルは $1/6 \cdot ((10, 5, 0) - (10, 5, 30)) = (0, 0, -5)$ となる。この移動ベクトルを現在の視点位置10に加算して視点位置を $(10, 5, 25)$ とし、この値で視点位置記憶レジスタを更新する。更新後の視点位置は図11の視点62である。

【0070】ステップ202では、現在の視点位置と、視点に向かって移動する側の端点である端点1との間の距離 $\alpha$ を算出し、視点・通路端点間距離レジスタ7を更新する。現在の視点位置は $(10, 5, 25)$ 、通路11の端点1の座標は $(10, 5, 0)$ であるから、視点・通路端点間距離レジスタ7の値は $\alpha = 25$ となる。

【0071】ステップ203では、視点・通路端点間距離 $\alpha$ の値と閾値 $\beta$ を比較する。 $\alpha$ が $\beta$ より大きい場合には、ステップ205に移って視線を回転させる。今 $\beta = 10$ であるから、制御はステップ205に移る。

【0072】ステップ205では、前記視線方向ベクトル更新手段8の動作説明に従って回転視線方向を回転させる。通路11の長さは $L = 30$ であり、通路12と通路11のなす角度 $\theta$ は $-90^\circ$ であるから、視線回転前、すなわち端点2での視線方向に比べて $-90 \cdot (30 - 25) / (30 - 10) = -22.5^\circ$ だけ回転させる。回転後の値で視線方向ベクトルレジスタ4は更新され、この時の視線方向は図6の視線72となる。

【0073】視線回転後ステップ204に制御が移るが、視点は端点1に至っていないため制御はステップ207に移る。

【0074】ステップ207では、現在の視点位置から視線方向を眺めた画像を生成・表示する。図6に示されている視点62から視線72の方向を眺めた画像の例は、図12(b)となる。画像を表示後、制御は再びステップ201に戻る。

【0075】以降、同様の手順を繰り返すことで、視点と視線の組み合わせは、図6の視点63と視線73、視点64と視線74を経て、視点65と視線75となる。それぞれの時点での表示画像は図8(c)から(e)である。その後、さらに視点の制御を繰り返すと、視点66と視線76となるが、この視点位置では視点・通路端点間距離は $\alpha = 5$ と $\beta$ 以下になるため制御はステップ205に移らず、視線方向は回転しない。さらに移動した視点67では通路11の端点1に至っているため、ステップ206で視点位置レジスタ3の通路IDの値を次の通路に更新する。今の場合、次に移動すべき通路が存在

しないため、通路IDには移動先がないことを表わすNULLが書き込まれ、この時点で視点の制御は終わる。

【0076】視点66及び視点67の位置で生成される画像は、それぞれ図12(f)、(g)である。

【0077】以上実施の形態2によれば、実施の形態1と同等の特徴を持っている。これに加えて、実施の形態2における視線方向の回転制御動作は、特に視点の移動方向と視線方向が逆方向の場合、すなわち視点が後退する場合に有効である。

【0078】次に実施の形態3について説明する。図14は実施の形態3による3次元画像表示制御装置の構成を示すブロック図であり、この3次元画像表示制御装置は通路記憶手段1と、シーンデータ記憶手段2と、視点位置レジスタ3と、視線方向ベクトルレジスタ4と、視点位置更新手段5と、視点・通路端点間距離算出手段6と、視点・通路端点間距離レジスタ7と、レンダリング部9と、表示部10と、視点移動方向レジスタ11と、視点移動方向更新手段12と、第1の視線方向ベクトル更新手段13と、第2の視線方向ベクトル更新手段14と、視線方向ベクトル更新手段選択手段15とを備えている。

【0079】これらのうち、通路記憶手段1と、シーンデータ記憶手段2と、視点位置レジスタ3と、視線方向ベクトルレジスタ4と、視点・通路端点間距離算出手段6と、視点・通路端点間距離レジスタ7と、レンダリング部9と、表示部10については実施の形態1と全く同じものであるため、再度の説明を省略する。

【0080】視点移動方向レジスタ11は、視点の通路上で移動方向を記憶するもので、視点が移動する方向によって0又は1の値をとる。すなわち視点が通路記憶手段1に記憶されている通路の端点1から端点2に向かう場合に0を、逆方向の場合は1を記憶する。

【0081】視点移動方向更新手段12は、視点移動方向レジスタ11の値を0又は1に変更する。この変更は図14には示されていない利用者などの外部からの入力に従って行う、あるいは予め設定された任意の条件で自動的に変更することができる。

【0082】視点位置更新手段5は視点移動方向レジスタ11の値に従った方向に、視点を通路に沿って移動させる。すなわち、視点移動方向レジスタ11の値が0の場合は通路の端点1から端点2に向かう方向に、1の場合は端点2から端点1に向かう方向に視点を移動させる。視点の移動動作は各々実施例1及び実施例2の場合と同じであるため、詳細な説明は省略する。

【0083】第1の視線方向ベクトル更新手段13は、実施の形態1の視線方向ベクトル更新手段8と同様の動作を行うものである。すなわち、視点・通路端点間距離レジスタ7が記憶している視点・通路端点間距離値 $\alpha$ が予め定められた閾値 $\beta$ よりも小さい場合には、 $\alpha$ が小さくなるにつれて視線方向が徐々に回転するように視線

方向ベクトルレジスタ4を更新する。動作の詳細については、実施の形態1で既に述べたものと同じであるため、ここでは説明を省略する。

【0084】第2の視線方向ベクトル更新手段14は、実施の形態2の視線方向ベクトル更新手段8と同様の動作を行うものである。すなわち、視点・通路端点間距離レジスタ7が記憶している視点・通路端点間距離 $\alpha$ が予め定められた閾値 $\beta$ 2以上である場合には、 $\alpha$ が小さくなるにつれて視線方向が徐々に回転するように視線方向ベクトルレジスタ4を更新する。動作の詳細については、実施の形態2で既に述べたものと同じであるため、ここでは説明を省略する。

【0085】視線方向ベクトル更新手段選択手段15は、視線方向と視点の移動ベクトルの関係に従って、第1の視線方向ベクトル更新手段13と第2の視線方向ベクトル更新手段14のいずれを用いて視線方向の変更を行うかを選択する。まず視点位置更新手段5と同様に視点移動ベクトルを算出する。次に、この視点移動ベクトルと視線方向ベクトルのなす角度の絶対値が $90^\circ$ 以下であれば第1の視線方向ベクトル更新手段13を、それ

以上であれば第2の視線方向ベクトル更新手段14を用いて視線の回転を行う。

【0086】図15は上記の構成をもつ実施の形態3の動作を示すフローチャートである。以下、実施の形態3の動作をこのフローチャートと図を用いて説明する。

【0087】ステップ301では、外部からの入力、あるいは予め定められた条件によって、視点移動方向更新手段12が視点移動方向レジスタ11の値を0又は1に設定する。

【0088】ステップ302では、視点位置更新手段5が視点を移動させる。移動は視点移動方向レジスタ11の値が0の場合は通路の端点1から端点2に向かう方向に、1の場合は端点2から端点1に向かう方向に行われ、視点位置レジスタ3が移動後の視点位置で更新される。

【0089】ステップ303では、視点に向かって移動する側の端点、すなわち視点移動方向レジスタ11の値が0の場合は端点2、1の場合は端点1と視点位置との間の距離 $\alpha$ を算出する。視点・通路端点間距離レジスタ7は $\alpha$ で更新される。

【0090】ステップ304では、視線方向ベクトル更新手段選択手段15が、視点移動ベクトルと視線方向ベクトルのなす角度に基づいて視線方向更新手段を選択する。2つのベクトルのなす角度の絶対値が $90^\circ$ 以下であればステップ305に、それ以上であればステップ306に制御がうつる。

【0091】ステップ305の動作内容は、図16に示したフローチャートの通りである。ステップ401で視点・通路端点間距離 $\alpha$ が $\beta$ 1より小さいかを判定し、もし小さければステップ402で視線方向を回転させる。

ステップ402での視線回転動作は上で述べたように、実施の形態1で述べた動作と同じである。ただし、既に視線が回転中に視点の移動方向が変化した場合には、その視点回転が終了した場合の視点方向を算出した後、その方向を視線回転前の視線方向としてステップ402の手順を行う。

【0092】またステップ306の動作内容は、図17に示したフローチャートの通りである。ステップ501で視点・通路端点間距離 $\alpha$ が $\beta$ 2以上かを判定し、もし $\beta$ 2以上であればステップ502で視線方向を回転させる。ステップ502での視線回転動作は上で述べたように、実施の形態2で述べた動作と同じである。ただし、既に視線が回転中に視点の移動方向が変化した場合には、その視点回転が終了した場合の視点方向を算出した後、その方向を視線回転前の視線方向としてステップ502の手順を行う。

【0093】ステップ307では、視点が現在移動中の通路端点に至っているか、あるいはそれ以上進んだかどうかを判定する。もし、端点に至っていればステップ308に移り、視点位置レジスタ3の通路IDを、次に移動する通路のIDで更新する。

【0094】ステップ309では、上記のステップを経て更新された視点情報を用いて、視点位置から視線方向を眺めた画像を生成・表示する。さらに以後、上記ステップを繰り返す。

【0095】以上実施の形態3によれば、実施の形態1及び2の特徴に加えて、視点の移動方向を前進及び後退の2方向に切り換えることが可能である。さらに視点の移動方向と視線方向の関係に合わせて、適切な視線回転制御方法を選択することが可能である。これにより視点が前進する場合と後退する場合に対して適切な視点の回転制御を行うことができるため、視点移動の自由度を増した上で、現実世界での移動と同じ感覚で3次元空間内を移動することができる。

【0096】次に実施の形態4について説明する。図18は実施の形態4による3次元画像表示制御装置の構成を示すブロック図であり、この3次元画像表示制御装置は通路記憶手段1と、シーンデータ記憶手段2と、視点位置レジスタ3と、視線方向ベクトルレジスタ4と、視点位置更新手段5と、視点・通路端点間距離算出手段6と、視点・通路端点間距離レジスタ7と、レンダリング部9と、表示部10と、視点移動方向レジスタ11と、視点移動方向更新手段12と、第1の視線方向ベクトル更新手段13と、第2の視線方向ベクトル更新手段14と、視線方向ベクトル更新手段選択手段15と、通路オブジェクト生成手段16とを備えている。

【0097】通路記憶手段1、及び視点位置レジスタ3乃至視線方向ベクトル更新手段選択手段15は、実施の形態3の同名の部分と同じものであるため、説明を省略する。

【0098】通路オブジェクト生成手段16は通路記憶手段1に記憶されている通路に合わせて、3次元通路オブジェクトを生成する。すなわち前記通路記憶手段1に記憶されている通路と一定の関係を保つように形状と位置を制限して、通路オブジェクトを生成する。このような3次元通路オブジェクトは、予め用意しておいた通路用3次元オブジェクトを、通路データの長さに合わせて任意に拡大縮小した後、上記制限に沿うように通路の位置に合わせて配置することで生成できる。あるいは通路に沿った移動軸を基準として、任意の図形を動かした軌跡を通路の形状とする、3次元モデリングでよく知られるスweepと呼ばれる手法を用いることでも生成できる。ここでは一例として、スweepを用いてレールの通路オブジェクトを作成する方法を説明する。

【0099】図19は通路と通路オブジェクトが保つべき一定の関係の一例を示した三面図である。通路オブジェクト作成用移動軸81及び82は通路オブジェクト生成の基準となる曲線であり、通路11と水平方向にa、垂直方向にbだけ離れた位置に生成される。ここではこれに加えて、通路が曲がる部分では通路オブジェクト作成用移動軸を曲線にするという関係も取り入れる。

【0100】図20及び図21は、図19の関係に基づいた通路オブジェクトを作成する手順を示す。図20の(a)は通路オブジェクト作成の基準となる通路11及び通路12の上面図である。また同図(b)はこれらの通路の鳥瞰図イメージである。まず通路11及び通路12に対して図19の関係を適用して、移動通路オブジェクト作成用移動軸81及び82を作成する。ただし通路が曲がる部分、すなわち通路11と通路12の交点では、通路オブジェクト作成用移動軸81及び82は曲線とする。図20の(c)はこの結果を上面図で、同図(d)は鳥瞰図で表わしたものである。次に通路オブジェクトを作成する。図21(a)及び(b)は通路オブジェクトの生成中の様子を示す上面図と鳥瞰図である。通路オブジェクト作成用移動軸81に沿って、その始点から図中の矢印の方向に、通路オブジェクト基本形状91を移動させる。通路オブジェクト基本形状91は通路オブジェクトの断面形状と同一である。すなわち、通路オブジェクト基本形状91が移動した軌跡が描く図形が、通路オブジェクト生成手段16で生成される通路オブジェクトとなる。図22に完成したレールの通路オブジェクト101及び102を示す。ここには通路11及び12もあわせて記入してある。

【0101】シーンデータ記憶手段2は、通路オブジェクト生成手段16が生成した通路オブジェクトデータを通常オブジェクトデータ及び／又は予め用意されている通路と共に記憶する。

【0102】上記の構成をもつ実施の形態4の動作は、実施の形態3と同一であるため、説明を省略する。

【0103】以上実施の形態4によれば、視線の移動通

路に対応した通路オブジェクトを自動的に生成するため、形状と位置に関して制限を加えられた通路オブジェクトを確実に生成でき、かつデータ作成者の負担を軽減することができる。

【0104】なお上記実施の形態1乃至4では視点・通路端点間距離の算出にユークリッド距離を用いたが、これに限らず視点と通路の端点との距離を表わすものであれば、他の距離を用いてもよい。また視点・通路端点間距離の算出には、視点が移動中の通路の端点の内、視点が向かっている側の端点の座標を用いたが、視点が向かっている側の逆方向に位置する端点としても構わない。さらに、端点に限らずその近傍の任意の点の座標を用いてもよい。

【0105】通路記憶手段に記憶されている通路は、必ずしも通路の端点1が端点2につながっている必要はなく、端点1同士あるいは端点2同士がつながっていてもよい。また通路の端点は離れていてもよい。その場合は、通路記憶手段が次に移動する通路IDも記憶しているか、あるいは利用者からの指示によって次の通路を選択するようにすればよい。さらに通路につながっている通路は1本である必要はなく、複数であってもよい。次の通路として複数の候補がある場合には、任意の方法でその内の一つを選択し、次の通路とする。

【0106】視線の回転制御方法としては、視点・通路端点間距離に比例する方法を用いたが、他の関係式を用いても構わない。あるいは、視線が常に任意の一点を通過するように制御してもよい。さらに実施の形態では水平面内での2次元的な回転のみを用いたが、これを3次元に拡張することは容易であり、その場合には、3次元に配置された通路においても本発明を利用できる。

【0107】通路オブジェクト生成手段を用いずに一定の関係を保って通路と通路オブジェクトを配置する場合には、先に設定されている通路に基づいて通路オブジェクトを配置してもよいし、通路オブジェクトに基づいて通路を設定してもよい。

【0108】

【発明の効果】請求項1の3次元画像表示制御装置によれば、視点の移動は通路に制限されているため、視点の移動範囲が明確であり、思いもよらない方向へ視点が移動してしまうことがない。また予め配置されている通路と3次元オブジェクトの位置関係が制限されているため、視点が障害物を横切って移動することがない。

【0109】これに加えて、視点が通路を移動中に視線方向を回転制御することによって、人が実際に歩いて曲がり角を曲がる場合の視線の変化や、車に乗って移動している場合の曲がり角や交差点での視線の変化に近い視線制御を再現できる。

【0110】特に請求項1の視線制御方法は、視点の移動方向と視線方向が等しい場合、すなわち視点が前進する場合に有効である。これらの特徴により、利用者はあ

たかも現実世界で道路上を歩いて、あるいは車に乗って実際に移動しているかのような自然な感覚で、3次元空間内を移動することができる。

【0111】請求項2の3次元画像表示制御装置によれば、請求項1の効果に加えて、特に視点の移動方向と視線方向が逆方向の場合、すなわち視点が後退する場合に有効な視線方向制御を行うことができる。

【0112】請求項3の3次元画像表示制御装置によれば、請求項1及び2の効果に加えて、視線方向などに応じて視線制御方法を選択することができるため、より現実世界に合った視線制御を行うことができる。

【0113】請求項4の3次元画像表示制御装置によれば、請求項1乃至3の効果に加えて、視点の移動方向を制御できるため、より移動の自由度が増すと同時に、移動方向と視線方向の関係に応じて視線制御方法を選択することができるため、より現実世界に合った視線制御を行うことができる。

【0114】請求項5の3次元画像表示制御装置によれば、請求項1乃至4の効果に加えて、移動通路が直線で構成されているため、通路を記憶するための記憶領域や、視点移動時の移動軌跡の計算量が、曲線で構成された通路を記憶する場合に比べて少なくて済む。

【0115】従来技術では通路が直線の場合には、曲がり角や交差点での視線方向変更をある点を中心とした視線の回転で実現していたため利用者に不自然な感覚を与えていたが、本発明では適切な視線制御によって現実世界での移動と同じ感覚を与えることができる。

【0116】請求項6の3次元画像表示制御装置によれば、請求項1乃至5の効果に加えて、特に通路オブジェクトの形状と位置に関して制限を加えているため、視点が道路などの通路オブジェクトを外れて移動することがない。

【0117】請求項7の3次元画像表示制御装置によれば、請求項1乃至6の効果に加えて、通路オブジェクトを自動的に生成するため、形状と位置に関して制限を加えられた通路オブジェクトを確実に生成でき、かつデータ作成者の負担を軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1による3次元画像表示制御装置の構成を示すブロック図

【図2】本発明の実施の形態で用いる座標データフォーマットの概念図

【図3】本発明の実施の形態で用いる通路の一例を示す図

【図4】本発明の実施の形態で用いる3次元空間内に配置される3次元オブジェクトの一例を示す図

【図5】本発明の実施の形態1による通路のなす角度 $\theta$ のとり方及び視線方向の回転の方向を示す図

【図6】本発明の実施の形態1による時々刻々の視点位置及び視線方向を示す図

【図7】本発明の実施の形態1による視点制御動作を示すフローチャート

【図8】本発明の実施の形態1による時々刻々の視点位置から視線方向に3次元空間を見たときの画面イメージを示す図

【図9】本発明の実施の形態2による3次元画像表示制御装置の構成を示すブロック図

【図10】本発明の実施の形態2による時々刻々の視点位置及び視線方向を示す図

【図11】本発明の実施の形態2による時々刻々の視点位置及び視線方向を示す図

【図12】本発明の実施の形態2による時々刻々の視点位置から視線方向に3次元空間を見たときの画面イメージを示す図

【図13】本発明の実施の形態2による視点制御動作を示すフローチャート

【図14】本発明の実施の形態3による3次元画像表示制御装置の構成を示すブロック図

【図15】本発明の実施の形態3による視点制御動作を示すフローチャート

【図16】本発明の実施の形態3による視点制御動作を示すフローチャート

【図17】本発明の実施の形態3による視点制御動作を示すフローチャート

【図18】本発明の実施の形態4による3次元画像表示制御装置の構成を示すブロック図

【図19】本発明の実施の形態4による通路と通路オブジェクト作成用移動軸の関係を示す図

【図20】本発明の実施の形態4による通路オブジェクトの生成手順を示す図

【図21】本発明の実施の形態4による通路オブジェクトの生成手順を示す図

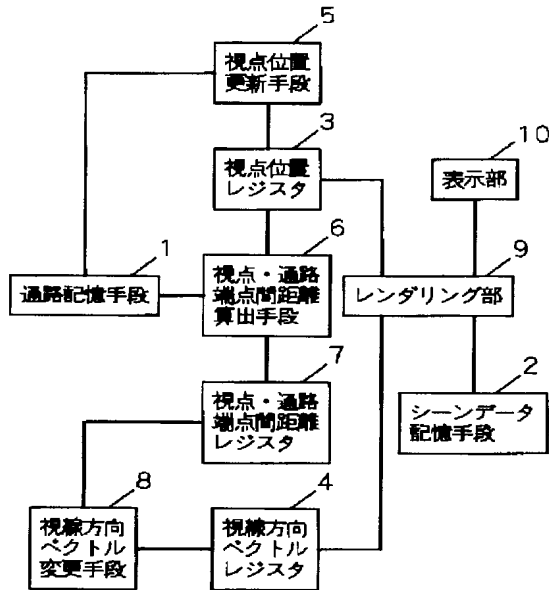
【図22】本発明の実施の形態4による生成された通路オブジェクトの一例を示す図

【符号の説明】

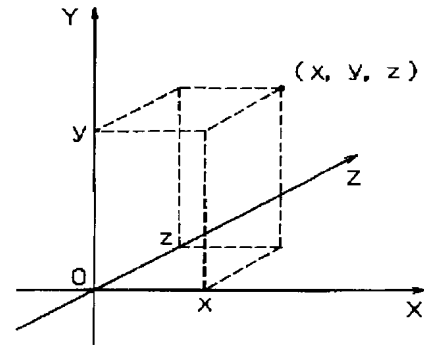
- 1 通路記憶手段
- 2 シーンデータ記憶手段
- 3 視点位置レジスタ
- 4 視線方向ベクトルレジスタ
- 5 視点位置更新手段
- 6 視点・通路端点間距離算出手段
- 7 視点・通路端点間距離レジスタ
- 8 視線方向ベクトル更新手段
- 9 レンダリング部
- 10 表示部
- 11 視点移動方向レジスタ
- 12 視点移動方向更新手段
- 13 第1の視線方向ベクトル更新手段
- 14 第2の視線方向ベクトル更新手段
- 15 視線方向ベクトル更新手段選択手段

21  
16 通路オブジェクト生成手段

【図1】

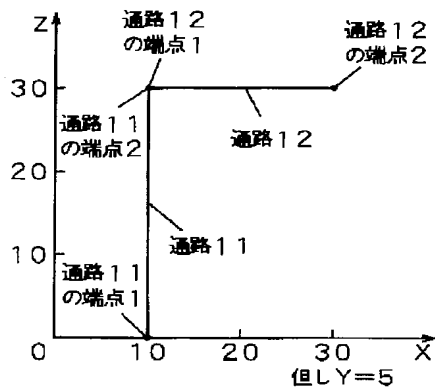


【図2】



【図3】

(a)

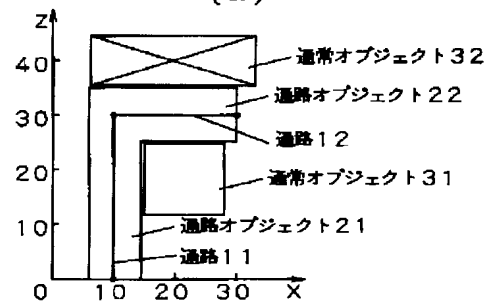


(b)

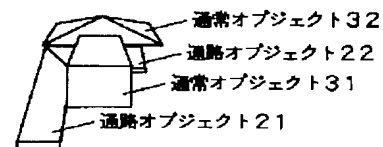
通路ID	端点1	端点2
11	(10, 5, 0)	(10, 5, 30)
12	(10, 5, 30)	(30, 5, 30)

【図4】

(a)



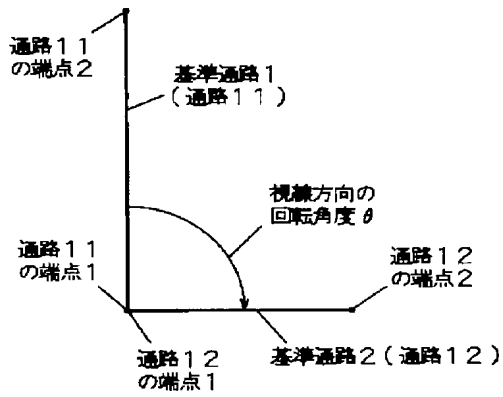
(b)



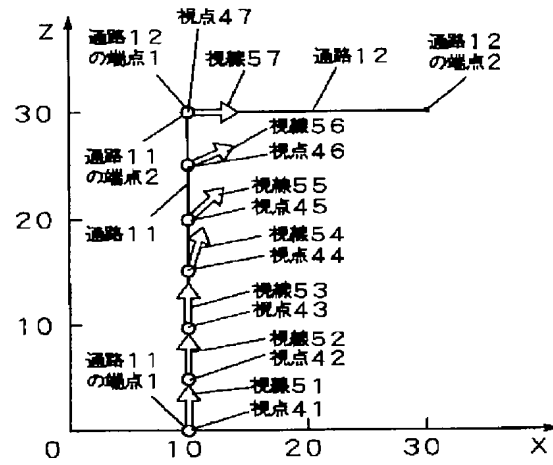
(c)

オブジェクトID	位置	形状
21	(10, 0, 17)	立方体
22	(18, 0, 30)	立方体
31	(20, 0, 20)	立方体
32	(20, 0, 40)	四角錐

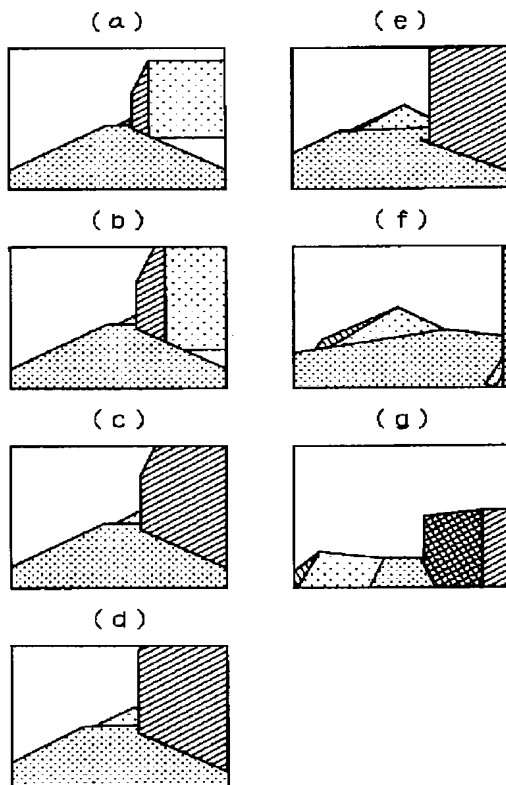
【図5】



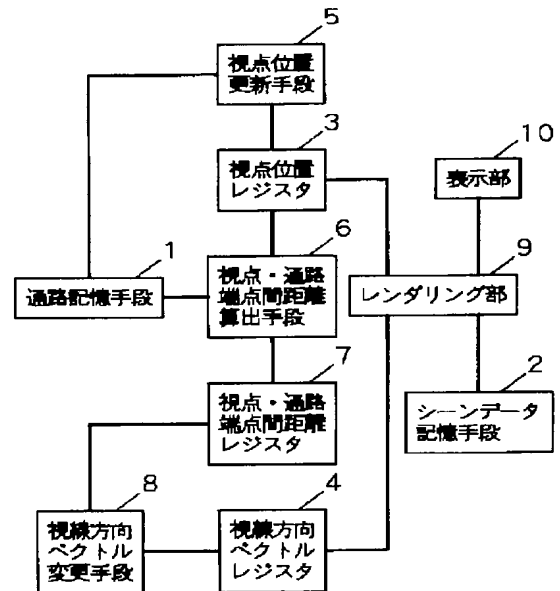
【図6】



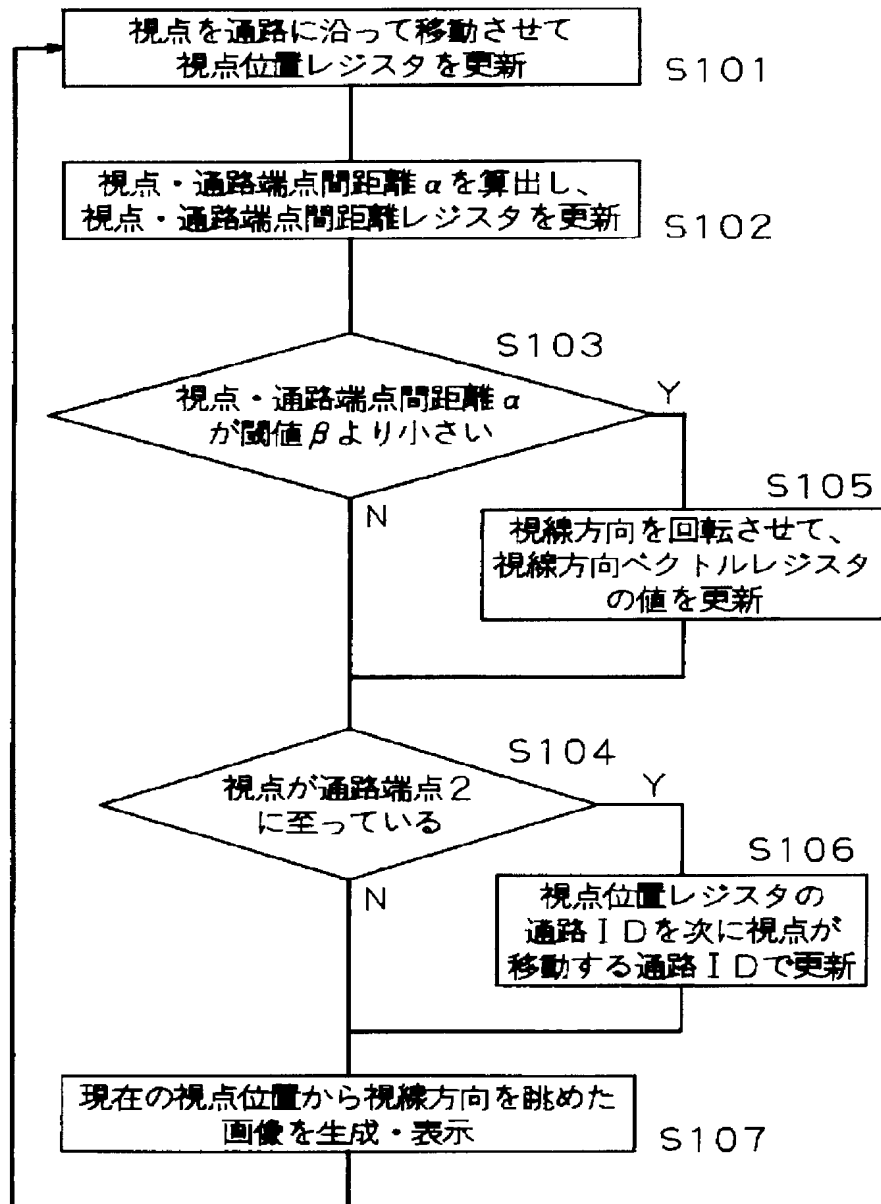
【図8】



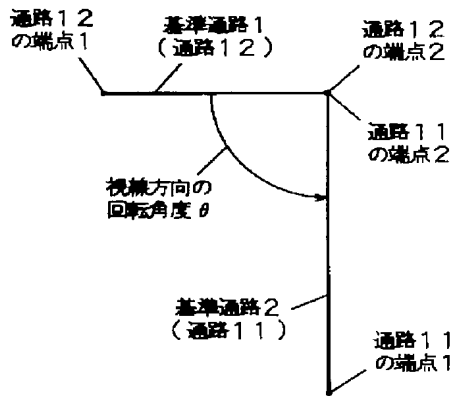
【図9】



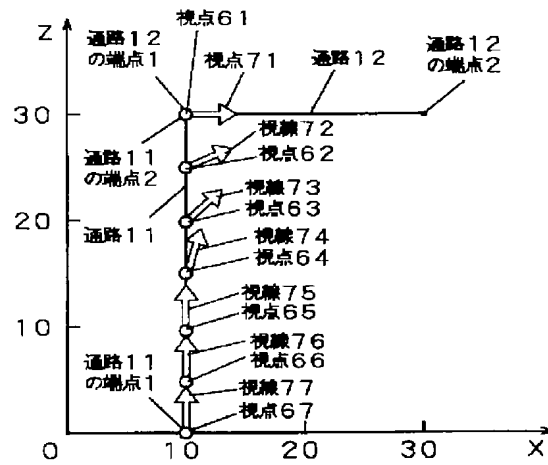
【図7】



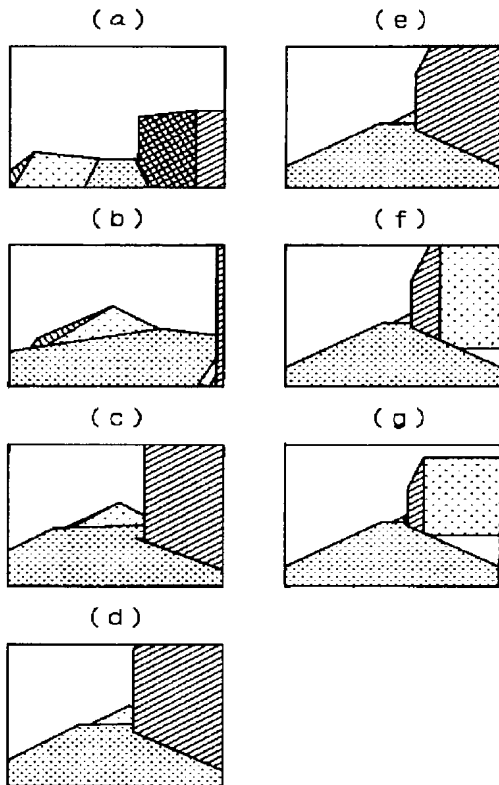
【図10】



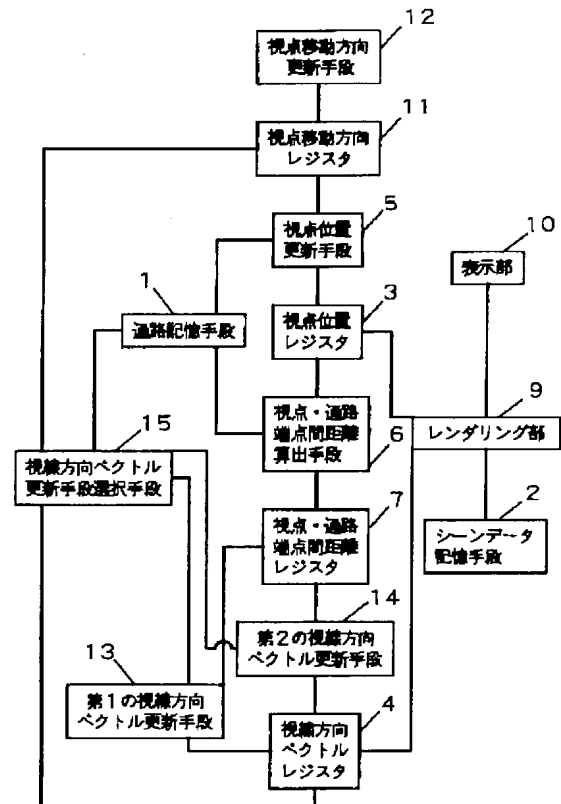
【図11】



【図12】

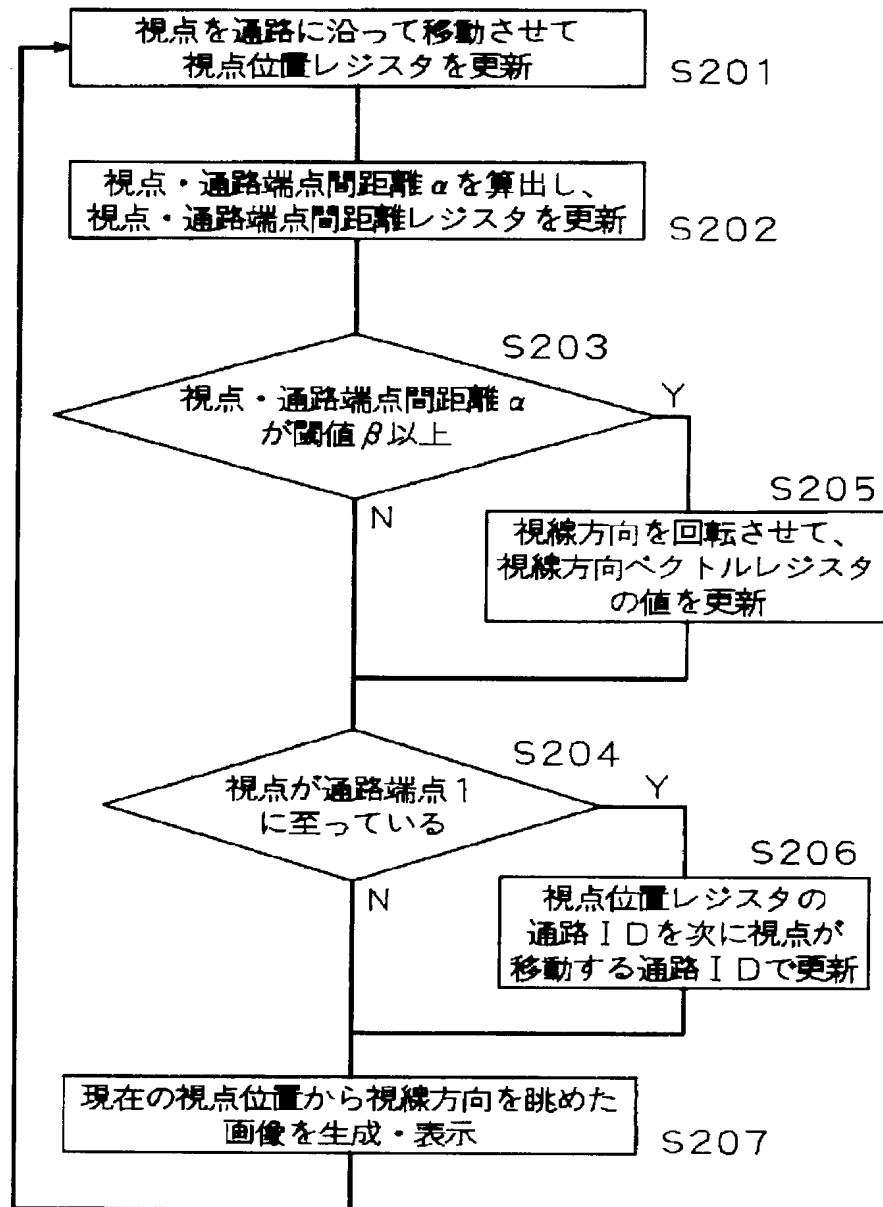


【図14】

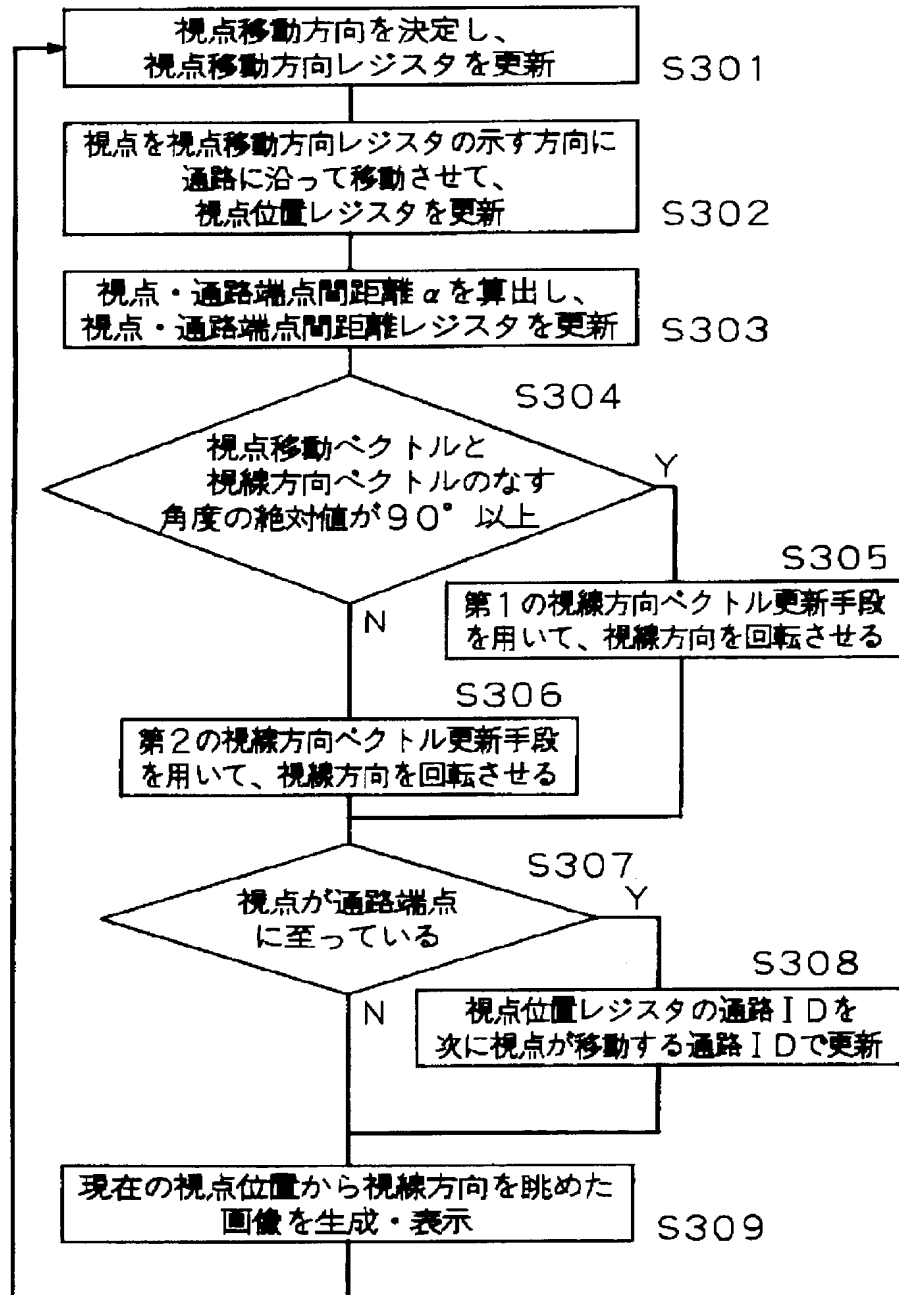




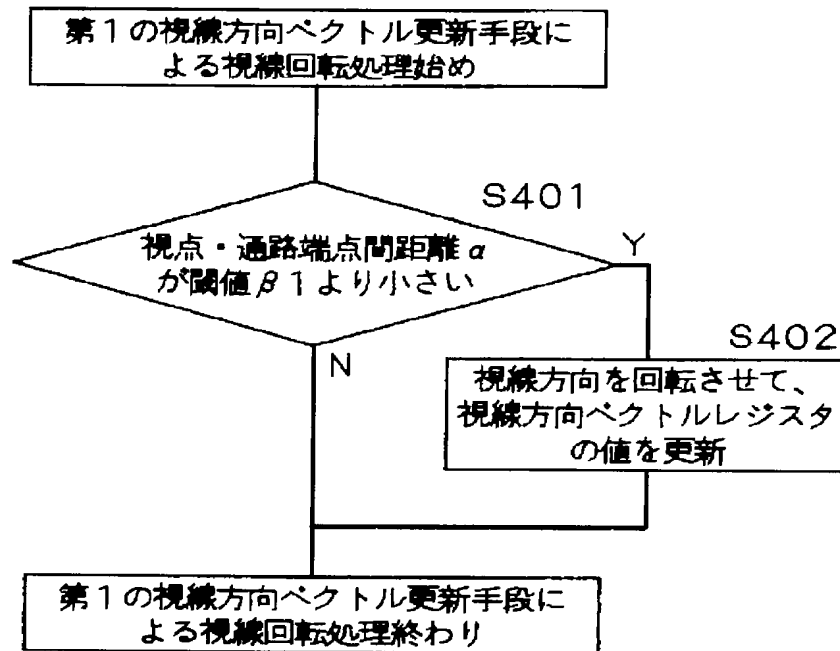
【図13】



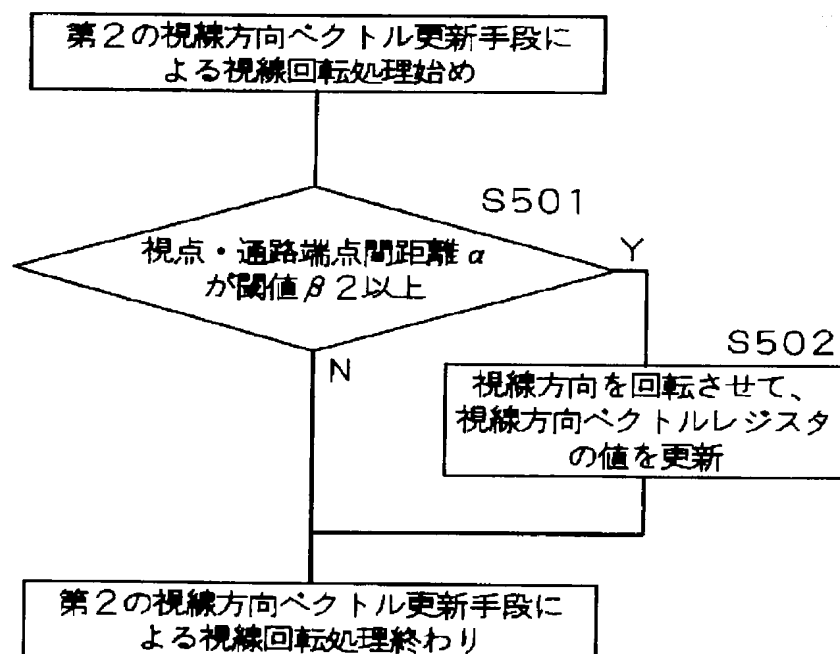
【図15】



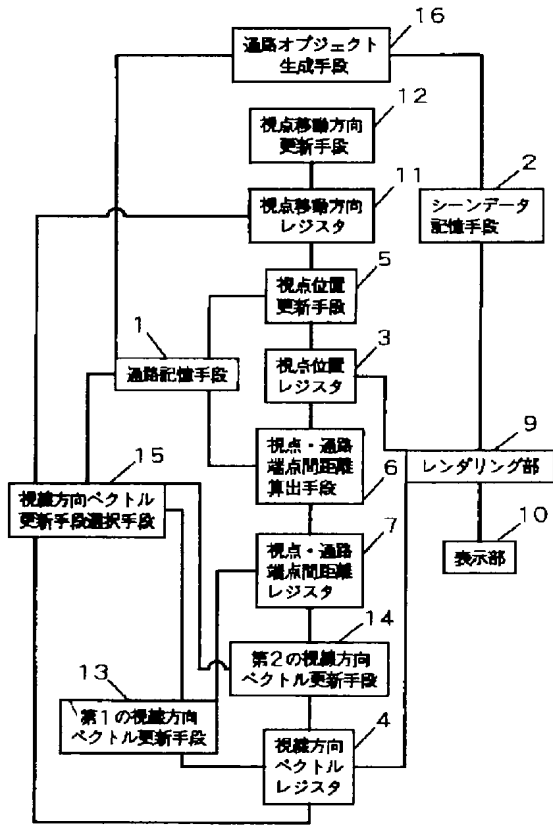
【図16】



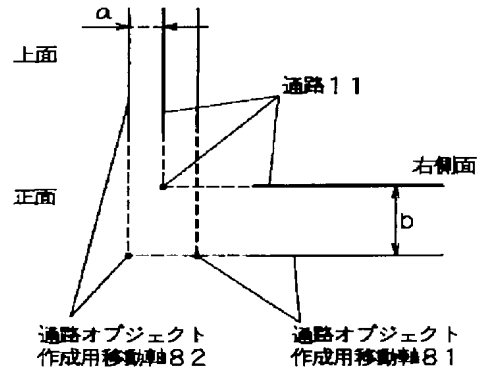
【図17】



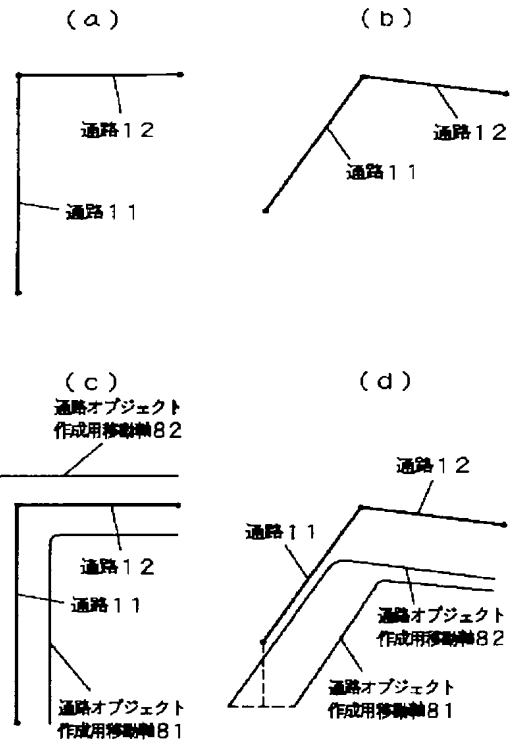
【図18】



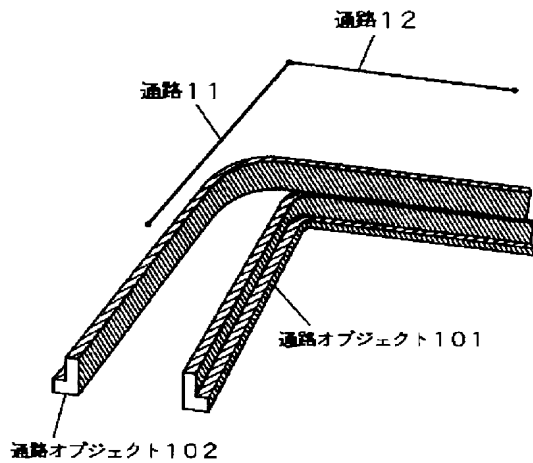
【図19】



【図20】

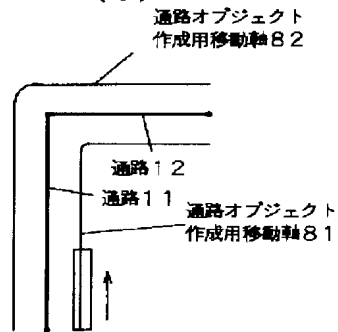


【図22】



【図21】

(e)



(f)

